

Erdgeschichte als Tatsache

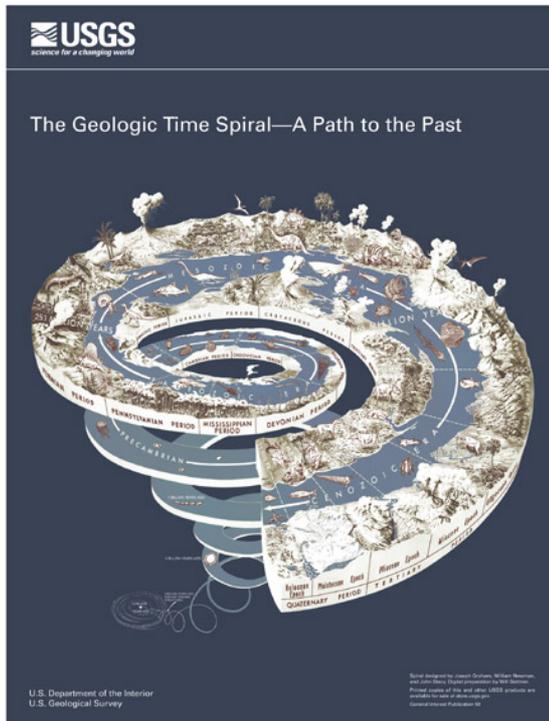
Michael KOTULLA

Dieses PDF-Dokument enthält zu o. g. Artikel die Anmerkungen 1 bis 63 (Stand 20.10. 2016).

Nr. Anmerkung

- ¹ Inkludiert im weiteren Sinne Mineralien, Fossilien, Strukturen etc.
- ² Teilweise nach LOTZE (1968, 7).
- ³ LOTZES allgemeinverständlicher Aufsatz *Jahreszahlen der Erdgeschichte* erschien 1922 als Buchbeilage zu den Kosmos-Naturfreudeheften und war an ein breites Publikum gerichtet. Aus wissenschaftshistorischer als auch wissenschaftstheoretischer Perspektive ist diese Abhandlung für den deutschen Sprachraum ein wichtiger Beitrag zum Verständnis geologischer Zeitvorstellung und geologischer Zeitbestimmung (s. KOTULLA 2014a, Blatt 2-36).
- ⁴ Darüber hinaus gibt es auch regionale, länderspezifische Tabellen bzw. Skalen-Varianten:
Deutschland:
<http://www.stratigraphie.de/aktuelles/index.html>; unter Punkt 9.3 „Stratigraphische Tabelle von Deutschland Kompakt 2012 (STDK 2012)“ sowie weitere unter Punkte 9.3.1 und 9.3.2.
International:
<http://stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>; aktuelle Tabelle v2016/04 und ältere Versionen.
- ⁵ „The geological time spiral – A path to the past.“ Design von Joseph GRAHAM, William NEWMAN und John STACY; digitale Erstellung durch Will STETTNER (2008, Version 1.1).
Ein Poster der US-Administration: des Innenministeriums (U. S. Department of the Interior) sowie des dem Innenministerium unterstellten Geologischen Dienstes (U. S. Geological Survey, USGS).
URL: <http://pubs.usgs.gov/gip/2008/58/>.

Nr. Anmerkung



- 6 Der Definition des Begriffs Geologie entnommen (MURAWSKI 1977, 78):
„(...) Im heutigen deutschen Sprachgebrauch jene Wissenschaft, die durch Untersuchung der durch natürliche und künstliche Aufschlüsse zugänglichen Teile der Erdkruste mit ihren Gesteinen, Lagerungs- und Umwandlungserscheinungen, sowie ihrem Fossilinhalt versucht, ein Bild von der Geschichte der Erde und des Lebens zu entwerfen. Durch dieses Denken in ‚Raum und Zeit‘ stellt sie innerhalb der Naturwissenschaften eine historisch ausgerichtete, jedoch mit naturwissenschaftlichen Mitteln arbeitende Wissenschaft dar.“
- 7 Siehe AGER (1975). Der Untertitel seines Buches *Introducing Geology* lautet *The earth's crust considered as history* [Die Kruste der Erde als Geschichte betrachtet].
- 8 LOTZE (1968, 7): „Denn die Geologie ist in ihrem Wesenskern eine geschichtliche Wissenschaft. Sie geht davon aus, dass das heutige Erscheinungsbild der Erde das Ergebnis einer langen und wechselvollen Entwicklung ist, und sie stellt sich die Aufgabe, diese Entwicklung sowohl hinsichtlich ihres Ablaufs in Zeit und Raum wie auch hinsichtlich der dabei wirkenden Faktoren und Kräfte aufzuzeigen; sie will damit das heutige Erdbild aus diesem geschichtlichen Vorgang heraus verstehen lernen.“
- 9 BUCKLAND (1836, 13): „The truth is, that all observers, however various may be their speculations, respecting the secondary causes by which geological phenomena have been brought about, are now agreed in admitting the lapse of very long periods of time to have been an essential condition to the production of these phenomena.“
- 10 Gegenstand ist der Harmonisierungsversuch von Geologie und Genesis. BUCKLAND (1836, 16-22) weist die Bildung aller geschichteten Sedimente („the formation of all the stratified rocks“,

Nr. Anmerkung

S. 16) einem *gedachten* Zeitraum zwischen Gen 1,1 und Gen 1,2 zu. Dieser könne Millionen von Millionen Jahren ausgefüllt haben:

BUCKLAND (1836, 21-22) „(...) millions of millions of years may have occupied the indefinite interval, between the beginning in which God created the heaven and the earth, and the evening or commencement of the first day of the Mosaic narrative.“ AGASSIZ übersetzt mit „Millionen Jahre“ (BUCKLAND 1839, 21).

Zur Diskussion dieser Thematik siehe KOTULLA (2015c): *Geologie und Genesis. Ursprung und Popularisierung früher Harmonisierungsversuche*.

¹¹ Die bekannte Redewendung wurde von GEIKIE (1905, 403) geschaffen:

„But of all the English writers of general treatises on geology, the first place must be undoubtedly be assigned to Charles Lyell (1797-1875) who exercised a profound influence on the geology of his time in all English-speaking countries. Adopting the principles of the Huttonian theory, he developed them until the original enunciator of them was nearly lost sight of. With unwearied industry he marshaled in admirable order all the observations that he could collect in support of the doctrine that the present is the key to the past.“

¹² GOULD (1990) identifiziert und unterscheidet Uniformität des Gesetzes, Uniformität des Prozesses, Uniformität des Tempos oder Gradualismus, Uniformität des Zustandes oder Neoprogessionismus und Uniformität der Geschwindigkeit.

¹³ Im Deutschen wird Uniformitarianismus häufiger als Uniformitarismus, seltener als Uniformismus, bezeichnet.

¹⁴ Das Zitat im Kontext (WHEWELL 1837, 616-617):

„In truth, we know causes only by their effects; and in order to learn the nature of the causes which modify the earth, we must study them through all ages of their action, and not select arbitrarily the period in which we live as the standard for all other epochs.“

¹⁵ Zitierte Satzteile im Kontext (ENGELHARDT & ZIMMERMANN 1982):

Zu Satz 1: „Für aktualistische und uniformitaristische Theorien ist Erdvergangenheit ‚immerwährende Gegenwart‘. Ihr Vorhaben hinsichtlich der aus der Vergangenheit überlieferten Objekte – der Gesteine, Mineralien, Fossilien, Strukturen usw. – besteht darin, dieselben ihrer zunächst erscheinenden Fremdheit zu entkleiden, in ihnen die Gegenwart wiederzuerkennen und aus ihnen ‚vergangene Gegenwart‘ zu rekonstruieren“ (S. 355).

Zu Satz 2: „Das regulative Prinzip der Uniformität hat insbesondere in der Form des Aktualismus in der Entwicklung der geowissenschaftlichen Disziplinen eine sehr bedeutende Rolle gespielt und wird auch heute noch als die wichtigste Grundlage der geowissenschaftlichen Forschung angesehen [Fußnote] 8“ (S. 354).

¹⁶ AGER (1993, 67) unterscheidet „methodologischen Uniformitarismus“ und „substantiellen Uniformitarismus“:

„Methodological uniformitarianism‘, as it is sometimes called, makes the simple assumption

Nr. Anmerkung

(as in all other sciences) of the invariance of natural laws. ‚Substantive uniformitarianism‘ on the other hand (towards which Lyell also inclined) presumes uniform rates or conditions. In this second concept which has caused all the trouble (...).”

17 AGER (1993, 70); unmittelbar nach dem unten aufgeführten Abschnitt:

„However, it seems to me that the stratigraphical record is full of examples of processes that are far from ‚normal‘ in the usual sense of the word. In particular we must conclude that sedimentation in the past has often been very rapid indeed and very spasmodic.“

18 AGER (1993, 70; in Übersetzung):

„(...) ich habe versucht zu zeigen, wie ich denke, dass die Geologie in die Hände von Theoretikern fiel, die mehr von der sozialen und politischen Geschichte ihrer Zeit bestimmt waren als von Beobachtungen im Feld. So war es – wie es Steve Gould formulierte –, dass Charles Lyell es ‚bewerbstelligte, zukünftige Generationen von Geologen davon zu überzeugen, dass ihre Wissenschaft mit ihm begonnen hatte‘.

Mit anderen Worten, wir haben uns erlaubt, uns einer Gehirnwäsche zu unterziehen, einer Vermeidung jeglicher Interpretation der Vergangenheit, die extreme Prozesse involviert und die als ‚katastrophisch‘ bezeichnet werden können.“

19 Vgl. GRETENER (1967).

20 Siehe Beispiel am Ende von Abschnitt 6.

21 Siehe zum Beispiel KOTULLA (2014a, 2-35, 2-36, 4-21).

22 Vgl. MATTHEW (1914).

23 EICHER (1968, 8): „Almost singlehandedly, Lyell established uniformitarianism, at the expense of catastrophism, as the accepted philosophy for interpreting the history of the Earth. In doing so, he founded modern historical geology and he reintroduced, with profound impact, the concept of unlimited time.“

24 Auch mit „Züchtung“ übersetzt, siehe DARWIN (1860); dem Original folgend eigentlich mit „Selektion“ zu übersetzen, DARWIN (1859).

25 DARWIN (1872, 642):

„Analogy would lead me one step further, namely, to the belief that all animals and plants have descended from some one prototype. But analogy may be a deceitful guide. (...) With all, as far as is at present known the germinal vesicle is the same; so that all organisms start from a common origin.“

Zum Vergleich die Aussagen in den Ausgaben von 1859 und 1860, jeweils der zweite zitierte Satz:

„Analogy would lead me one step further, namely, to the belief that all animals and plants have descended from some one prototype. But analogy may be a deceitful guide. (...) Therefore I

Nr. Anmerkung

should infer from analogy that probably all the beings which have ever lived on this earth have descended from some one primordial form, into which life was first breathed" (DARWIN 1859, 484).

In Übersetzung durch BRONN (DARWIN 1860, 487-488):

„Die Analogie würde mich noch einen Schritt weiter führen, nämlich zu glauben, dass alle Pflanzen und Thiere nur von einer einzigen Urform herrühren; doch könnte die Analogie eine trügerische Führerin seyn. (...) Daher ich annehme, dass wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welche das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist. Doch beruht dieser Schluss hauptsächlich auf Analogie, und es ist unwesentlich, ob man ihn anerkenne oder nicht.“ [Note: Der letzte Satz fehlt im englischen Original (1859, 1860), findet sich aber beispielsweise in der 6. englischen Auflage von 1872 (S. 643) einige Sätze später.]

²⁶ Siehe SEIBOLD & BERGER (1996, 92), in Übersetzung:

„Die Idee der geologischen Zeit, die für die Geologie so fundamental ist, ist noch recht jung. Im Wesentlichen beginnt sie mit James HUTTON (1726-1797) und ihre Hauptprotagonisten waren Charles LYELL (1797-1875) und Charles DARWIN (1809-1882).“

²⁷ Ein Ausdruck RUSTS (2011, 7).

²⁸ Im Kontext (RUST 2011, 7):

„(...) Schließlich liefert uns der Fossilbericht einen konkreten zeitlichen und räumlichen Rahmen für die Entwicklung der Biodiversität und er gibt Auskunft über langfristige Ablaufformen und Muster der Evolution, die aus der Untersuchung der lebenden Organismen allein nicht geschlossen werden kann.

Die Aufdeckung dieser historischen Entwicklung und der ihnen zugrunde liegenden Prozesse kann freilich nicht direkt an den Fossilien beobachtet werden. Erst durch ihre sorgfältige Interpretation, z. B. im Rahmen von evolutionsbiologischen, stammesgeschichtlichen, ökologischen, genetischen oder geologischen Hypothesen können Fossilien die Rekonstruktion der organismischen Vielfalt ermöglichen und wesentliche Beiträge zur Evolutionsforschung liefern. Dieser Anspruch an eine theoriegeleitete, biologisch orientierte Analyse der Fossilien wird oft unterschätzt, was nicht zuletzt gerade im deutschen Sprachraum mit der traditionell engen Anbindung der Paläontologie an die Geowissenschaften und die vorwiegend stratigraphische Nutzung paläontologischer Daten zu tun hat.“

Hinweis: Satz 1 ist ein typischer Tatsachen-Aussagesatz (siehe Artikel, Abschnitt *Die Konstruktion wissenschaftlicher Fakten*), der (erst) durch die methodischen Aussagen im unmittelbar nachfolgenden Absatz eine Relativierung erfährt. Darüber hinaus: Die Fossilüberlieferung liefert keinen konkreten zeitlichen Rahmen.

²⁹ Personifiziert: einem Großteil der Paläontologen.

³⁰ Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass der Begriff der sog. „Ediacara-Fauna“ (bzw. ähnliche), der über Jahrzehnte auf bestimmte makroskopische Fossilien des obersten

Nr. Anmerkung

Präkambriums und Unterkambriums angewendet wurde, als „Alleinstellungsmerkmal“ nicht mehr aufrecht zu erhalten ist. Die „Ediacara-Fauna“ kann, so MACGABHANN (2014), „nicht als separate kohärente Gruppe betrachtet werden“; die Fossilien würden sich nicht auf irgendeine Art von anderen Fossil-Vergesellschaftungen unterscheiden.

31 Im Original: „lowest occurrence“ (BRASIER et al. 1992, 6).

32 GRADSTEIN et al. (2012, 2): „A bias in chronostratigraphy is that the formal terminology leans on the evolution of the animal kingdom.”

33 LYELLS geochronologisches Modell (für die fossilführenden Schichten) scheint weitestgehend in Vergessenheit geraten zu sein. Aus LYELLS Gliederung können die Systeme und Serien (gegenwärtigen Definitionen, gegenwärtige chronostratigraphische Sicht) unmittelbar abgeleitet werden; im Wesentlichen besteht kein Unterschied zu heute.

34 Jeder Isotopenbestimmung (Analyse) liegen i. d. R. Proben mit mehreren Körnern zugrunde; die Anzahl der einzelnen Isotopenbestimmungen ist daher ein Vielfaches von 260.

35 Mit der Definition allgemeingültiger chronostratigraphischer Einheiten und der Etablierung geochronologischer Äquivalente bedarf es – bezogen auf eine bestimmte stratigraphische Position – methodisch nur einzelner (weniger) Alterswerte, die sodann Allgemeingültigkeit erlangen. Die jeweiligen Grenzalter (GSSP-Konzept) werden durch verschiedene Interpolationsmethoden ermittelt.

36 Die Altersmodelle im Vergleich: Bemerkenswert ist, dass der Wert nominal nur um das Zwei- bis Zweieinhalbfache (GTS2012 zu LYELL) höher liegt.

37 Basisannahmen, u. a.:

- 1) Unveränderlichkeit der Zerfallskonstante während der gesamten Erdgeschichte und in jeder Umgebung.
- 2) Kenntnis der Ausgangsbedingungen, u. a. der initialen Isotopenmengen und Isotopenverhältnisse (bei der Bildung eines Minerals).
- 3) Vorliegen eines geschlossenen Systems; keine Veränderung der Isotopenmengen als durch den spezifischen radioaktiven Zerfall selbst.

38 Zu einem Teil der aufgeführten Punkte siehe *Island: eine Insel, zwei Kontinente*:

Teil 1: Was Island einzigartig macht (KOTULLA 2014c).

Teil 2: Geodynamische Phänomene und Zeit (KOTULLA 2015b).

39 Crionidenkalk: Karbonatgestein, das vorwiegend aus Skelettbruchstücken von Seelilien und Haarsternen (Crionoidea) besteht; ein Fossilkalk.

40 Im Kontext (REY 1991, 22):

Kap. „2.2.2.2 Sedimentationsunterbrechungen

Die Sedimentation wird oftmals unterbrochen, sodaß die Ablagerungen nur einen Bruchteil der

Nr. Anmerkung

vergangenen Zeit entsprechen. Die Zeitdauer der Nicht-Sedimentation überwiegt im allgemeinen diejenige der Sedimentation.

Ein Crinoidenkalk im Bajocium von Burgund ist beispielsweise 20-30 m mächtig und entspricht etwa der *humphriesianum*-Zone (etwa 500.000 Jahre). Diese Karbonat-Formation setzt sich aus mehreren Formationsgliedern zusammen, die durch Schichtlücken voneinander getrennt sind ([siehe] Abb. 3). Bestimmte Sedimente wie Gerölle und Crinoiden-Detritus lagern sich in sehr kurzer Zeit ab. Höchstwahrscheinlich wurde eine Bank von 10-50 cm Mächtigkeit in einigen Stunden sedimentiert. Bei einer Gesamtdauer von 500.000 Jahren repräsentiert der Crinoidenkalk in demselben Profil möglicherweise nur einige Wochen, vielleicht sogar nur einige Stunden (RAT & TINANT 1972).“

41 Die Geologie stehe bis heute, so ONCKEN (1995, 244), vor einem „fundamentalen logischen und erkenntnistheoretischen Problem“. Die Geologie versuche „von den Wirkungen oder Ergebnissen ausgehend, ehemalige Zustände oder Ursachen zu rekonstruieren“. So sei die „Kardinalsfrage der geologischen Forschung“: „Wie können wir etwas über die Geschichte der Erde wissen, obwohl wir nur vereinzelte Zeugnisse finden und die ursächlichen Prozesse nicht beobachten konnten? In der Sprache der Physik ausgedrückt, sind die Experimente nahezu alle schon abgelaufen – ohne protokollierten Experimentator.“

42 Ein solcher Aktualismus aber gewinne auch den Charakter eines metaphysischen Forschungsprogramms.

43 Der von ENGELHARDT & ZIMMERMANN stammende Satzteil steht in ihrer Publikation in folgendem Zusammenhang (S. 28-29):

„Expressive Äußerungen fehlen auch in den Texten anderer Naturwissenschaften nicht. Es wird aber wohl mit Recht von Angehörigen anderer Wissenschaften bemerkt, daß sie – auch in der Gegenwart – in geowissenschaftlichen Publikationen häufiger anzutreffen sind. Dies hat seinen Grund in der besonderen Natur der meisten geowissenschaftlichen Hypothesen. Sie lassen sich erstens meist nicht in derselben Weise wie physikalische und chemische Behauptungen durch Experimente bestätigen und widerlegen, so daß das Dafürhalten auf Grund der sogenannten subjektiven Wahrscheinlichkeit (s. S. 181) eine größere Rolle spielt. Zweitens erscheinen viele nicht in unanschaulicher, abstrakter und mathematischer Gestalt, sondern als Zusammenhänge von Sachverhalten, die zwar nicht beobachtbar, den beobachtbaren Tatsachen aber durchaus ähnlich sind. Dies verführt z. B. dazu, das von geowissenschaftlichen Theorien entworfene Universum der geologischen Vergangenheit oder einzelne Episoden desselben als Realität zu verstehen, mit der man sich als Person so identifizieren kann, daß ein ‚Weltbild‘ zusammenbricht, wenn im Fortschritt der Erkenntnis eine neue Theorie auf den Plan tritt. [Fußnote]²³“

44 Die Geological Society of London, 1807 gegründet, ist die älteste geologische Gesellschaft überhaupt. Mit der Royal Charter erhielt die Gesellschaft 1825 ihre offizielle Anerkennung. Die Urkunde beginnt mit folgenden Worten: „GEORGE THE FOURTH by the Grace of God of the United Kingdom of Great Britain and Ireland King Defender of the Faith To all to whom these Presents shall come Greeting.“

Nr. Anmerkung

⁴⁵ Die Erklärung der Geologischen Gesellschaft von London vom 11. April 2008 im Original (Geological Society of London 2008):

„This Society upholds the right of freedom of belief for all. The freedom scientists enjoy to investigate the nature and history of the Earth is the same freedom that allows individuals to believe - or not - in a deity.

Science's business is to investigate the constitution of the universe, and cannot pronounce on any concept that lies 'beyond' nature. This is the meaning of 'agnostic', the word coined by former GSL President Thomas Henry Huxley, to describe a scientist's position of being 'unable to know'. This Society has therefore long operated according to the view that religion and science only become incompatible with each other when one attempts to trespass upon the domain of the other.

The idea that the Earth was divinely created in the geologically recent past ('Young Earth Creationism'); attempts by Young Earth Creationists to gain acceptance for what they misrepresent in public as corroborative empirical evidence for this view ('Creation science'); and the allied belief that features of the universe and of living things are better explained as the direct result of action by an intelligent cause than by natural processes ('Intelligent Design'), represent such a trespass upon the domain of science.

The Geological Society of London is the oldest national learned society for the Earth sciences in the world, and embodies the collective knowledge of nearly 10,000 Earth scientists worldwide. On their behalf it wishes, during the United Nations International Year of Planet Earth, to place on record the following facts as being long established beyond doubt.

- Planet Earth, along with the other planets in the Solar System, was formed approximately 4560 million years ago.
- Life has existed on Earth for thousands of millions of years. It has evolved into its current form by a combination of genetic variation and natural selection - and is likely to go on doing so for as long as it continues to exist.
- Close study of the structure and organisation of living animals and plants clearly indicates their common ancestry, and the succession of forms through the fossil record, as well as the genetic record contained in every living organism, provides powerful evidence of the reality of evolution.“

⁴⁶ Online-Wörterbuch Philosophie (www.philosophie-woerterbuch.de), Stichwort „Faktum“:

„Von lat. *facere*, wörtlich ›das Gemachte, die Tatsache: kann sowohl sinnlich Gegebenes als auch in anderer, nicht sinnlicher Form Gegebenes, beispielsweise Gedachtes, bezeichnen. In der Philosophie wie in den Wissenschaften versteht man unter Faktum gemeinhin das, ›was objektiven Bestand hat‹, und das, ›was seiner Bestimmung nach anders sein kann‹. Diese beiden Bestimmungen beleuchten je unterschiedliche Aspekte. Der erste Aspekt entspricht dem

Nr. Anmerkung

umgangssprachlichen Verständnis, wonach man mit Tatsache die Vorstellung von etwas real Existierendem verbindet: Eine Tatsache ist das, was der Fall ist. So sind nach Russell Tatsachen Dinge, deren Vorhandensein über die Richtigkeit einer Aussage entscheidet. Beispielsweise kann die Behauptung, Millionär zu sein, durch den Nachweis entsprechender Vermögensverhältnisse bestätigt werden. In einem entsprechenden Sinn wird der Bezug auf Tatsachen als eine Art Wahrheitskriterium vor allem im Positivismus zu einem bedeutsamen Element. Der zweite Aspekt verweist (...) Die Wissenschaftstheorie sieht im Faktum das, ›was seiner Theorie nach anders sein kann‹. Auch diese Bestimmung verweist auf das Moment der Zufälligkeit, indem sie die Abhängigkeit einer jeden Tatsache von einer zugrunde liegenden Theorie betont. Kein Faktum existiert unabhängig von einem wahrnehmenden Subjekt und einem sinnvollen Interpretationsrahmen.“

⁴⁷ Diese Art der Darstellung ist häufig die Regel; es könnten zahllose Beispiele angeführt werden. Hier nur ein weiteres:

Der erste Satz des bereits erwähnten Buches *Fossilien – Meilensteine der Evolution* (RUST 2011, 7) lautet: „3,5 Milliarden Jahre – dieses unvorstellbar langen Zeitraums bedurfte es, um die heutige, scheinbar unerschöpfliche Vielfalt der Organismen in einem einmaligen historischen Prozess hervorzubringen.“

⁴⁸ Zusammenstellung teilweise nach MIALL & MIALL (2004).

⁴⁹ Ausgehend von den Studien von FUCHS (1992), LATOUR & WOOLGAR (1986) und LATOUR (1987).

⁵⁰ „[Damit eine Aussage, MK] zum Faktum wird, muss eine Aussage die Konditionen bestimmen, unter welche andere Aussagen, die von anderen Leuten gemacht werden, möglich sind. Das heißt, eine wissenschaftliche Aussage muss von anderen Wissenschaftlern als Basis oder Startpunkt ihrer eigenen Arbeit akzeptiert werden. (...) Je mehr andere Wissenschaftler eine Aussage als Prämisse nutzen, auf welche sie ihre eigenen Aussagen aufbauen, umso mehr wandeln sie diese Aussage in eine unproblematische Black Box und zu einer unbestrittenen Grundlage weiterer wissenschaftlicher Arbeit. Wissenschaftler tun dies bis zu einem Ausmaß von dem sie überzeugt sind, dass ihre eigene Arbeit von einer Aussage abhängt. Wie Latour & Woolgar (1986, 259) ausführten: ‚Die Aktivität der Schaffung Schwarzer Boxen [Black Boxes, MK], der Wiedergabe der Elemente des Wissens separiert von den Umständen ihrer Erschaffung, ist genau das, was Wissenschaftler den Großteil der Zeit beschäftigt‘“ (FUCHS 1992, 48; nach MIALL & MIALL 2004, 36).

⁵¹ Die „Milankovitch-Theorie“ beispielsweise, so stellen MIALL & MIALL (2004) fest, erfuhr – angewendet auf die gesamte geologische Überlieferung – eine Wandlung von einer Typ-1-Mutmaßung zu einer Typ-4-Aussage etablierter Fakten. Die „Milankovitch-Theorie“ ist seit den 1970er-Jahren nicht nur weithin anerkannt, sondern es erweckt den Eindruck, als würde die Mehrheit der mit ihr beschäftigten Wissenschaftler sie als Realität betrachten und behandeln (KOTULLA 2015a).

⁵² Siehe Anmerkung 50.

Nr. Anmerkung

53 In einzelnen Fällen geschieht dies, allerdings bedingt.

54 Neben dem Lithographie-Zyklus in *Die Urwelt* sind auch zwei großformatige Aquarellzyklen bekannt; hiervon stammt Abb. 2.

55 Bei Darstellung als Geologische Zeitskala wird der Tabelle eine Altersskala mit einheitlicher Segmentierung vorangestellt, die Einheitengrenzen entsprechend (proportional) abgetragen; darüber hinaus sind die geochronologischen Überschriften und Bezeichnungen maßgeblich: z. B. Spätkreide (Epoche).

56 Geologische Zeitskala 2004; GRADSTEIN et al. (2004).

57 Link zu v2015/01: <http://stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>

Der Begleittext zur Tafel:

„Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archaen and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). (...)

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximated numerical age (~) is provided.

Numerical ages for all systems except Lower Pleistocene, Permian, Triassic, Cretaceous and Precambrian are taken from ‚A Geologic Time Scale‘* by Gradstein et al. (2012); those for the lower Pleistocene, Permian, Triassic and Cretaceous were provided by the relevant ICS subcommissions.

(...)

To cite: Cohen, K. M., Finney, S. C., Gibbard, P. L. & Fan, J.-X. (2013; updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

(...)“

*Hinweis (MK): Es müsste ‚The Geologic Time Scale‘ heißen.

58 Siehe Anmerkung 4.

59 Link: <https://engineering.purdue.edu/Stratigraphy/charts/rgb.html>

Der Farbencode (RGB) wurde von der Commission for the Geological Map of the World (CGMW), Paris, festgelegt. Die Komposition erfolgte durch J. M. Pellé (BRGM, Frankreich).

60 Siehe Anmerkung 5.

61 *Phycodes pedum* nach SEILACHER (1955).

Nr. Anmerkung

⁶² Diamiktit: beschreibender Begriff für ein wenig oder nicht sortiertes („durchmischtes“) Gestein mit Gesteinsfragmenten (eckig, rund) in toniger oder schluffiger Grundmasse.

Der Diamiktit der Elatina-Formation (Flinders Ranges, Südastralien, s. u.) wird als eine eiszeitliche (glazigene) Ablagerung interpretiert; desgleichen die stratigraphisch tieferliegenden Diamiktite der Wilyerpa-Formation und Pualco-Formation (KNOLL et al. 2006, Fig. 5). Ihre Interpretation ist namengebend für das Kryogenium-System (gr.: κρύος (*kryos*) – Frost). Die Diamiktite können aber auch als Sedimente untermeerischer Massenströme gedeutet werden.



Abb.: Diamiktit der Elatina-Formation, dem Liegenden der Nuccaleena-Formation; stratigraphisch unmittelbar „unterhalb“ des Ediacarium-Grenzpunktes (KNOLL et al. 2006). Brachina Gorge, Flinders Ranges National Park, Südastralien. Australische 1\$-Münze zur Größenorientierung.

Foto: Bahudhara; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elatina_Fm_diamictite.JPG#/media/File:Elatina_Fm_diamictite.JPG.

⁶³ Auch als „cap dolostone“ bezeichnet (GRADSTEIN et al. 2012, 407); eine Konkretisierung, da es sich um Dolomit(stein) – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ – handelt.

Literatur

- AGER DV (1975) *Introducing Geology. The earth's crust considered as history.* 2nd ed., London.
- AGER DV (1993) *The nature of the stratigraphical record.* 3rd ed., Chichester.
- BRASIER M, COWIE J & TAYLOR M (1992) Decision on the Precambrian-Cambrian boundary stratotype. *Episodes* 17, 3-8.
- BUCKLAND W (1836) *Geology and Mineralogy Considered with Reference to Natural Theology.* Vol. 1, London.
- BUCKLAND W (1838-39) *Geologie und Mineralogie in Beziehung zur natürlichen Theologie.* Aus dem Englischen, nach der zweiten Ausgabe des Originals [1837], übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen versehen von L. AGASSIZ. 1. Band [1839], 2. Band (Tafeln) [1838]; Neufchatel.
- DARWIN C (1859) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life.* London
- DARWIN C (1860) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life.* Fifth Thousand, London
- DARWIN C (1860) *Über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, Erhaltung der vollkommenen Rassen im Kampfe um's Daseyn.* Nach der 2. Auflage von H. G. BRONN aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen versehen, Stuttgart.
- DARWIN C (1872) *The Origin of Species.* 6th ed., London.
- EICHER DL (1968) *Geologic Time.* New Jersey.
- ENGELHARDT W FRH V & ZIMMERMANN J (1982) *Theorie der Geowissenschaft.* Paderborn, München, Wien, Zürich.
- FUCHS S (1992) *The Professional Quest for Truth: A Social Theory of Science and Knowledge.* Albany, NY.
- GEIKIE A (1905) *The founders of geology.* London.
- Geological Society of London (2008) „Young Earth Creationism“, „Creation Science“ and „Intelligent Design“. <http://www.geolsoc.org.uk/creationism>; Zugriff 18.5.2016.
- GOULD SJ (1990) *Die Entdeckung der Tiefenzeit. Zeitpfeil oder Zeitzyklus in der Geschichte unserer Erde.* München, Wien.
- GRADSTEIN FM, OGG JG & SCHMITZ MD (Eds.) (2004) *A Geologic Time Scale 2004.* Cambridge.
- GRADSTEIN FM, OGG JG, SCHMITZ MD & OGG GM (Eds.) (2012) *The Geologic Time Scale 2012.* Volume 1/2, Oxford Amsterdam.
- GRETENER PE (1967) Significance of the rare event in geology. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists* 51, 2197.
- HUTTON J (1788) *Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws Observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe.* Transactions of the Royal Society of Edinburgh 1(2) 209-304.
- HUTTON J (1795) *Theory of the Earth, with Proofs and Illustrations.* In four parts. Edinburgh. Vol. 1 (of 4).
- KNOLL AH, WALTER MR, NARBONNE GM & CHRISTIE-BLICK N (2006) The Ediacaran Period: a new addition to the geologic time scale. *Lethaia* 39, 13-30.
- KOTULLA M (2014a) Gültigkeit und Grenzen geologischer Zeitbestimmung. Online-Loseblattsammlung, Stand: 1. Ergänzungslieferung 03/2014; <http://www.wort-und-wissen.de/loseblattsammlung.html>.
- KOTULLA M (2014c) Island: Eine Insel, zwei „Kontinente“. 1. Was Island einzigartig macht. *Studium Integrale Journal* 21, 21-30.

- KOTULLA M (2015a) Sedimentfolgen und ihre Interpretation: Zyklusstratigraphie und das Milankovich-Zyklen-Syndrom. W+W Special Paper G-15-1, Baiersbronn; <http://www.wort-und-wissen.de/artikel.html>.
- KOTULLA M (2015b) Island: Eine Insel, zwei „Kontinente“. 2. Geodynamische Phänomene und Zeit. *Studium Integrale Journal* 22, 4-15.
- KOTULLA M (2015c) Geologie und Genesis: Ursprung und Popularisierung früher Harmonisierungsversuche. *Studium Integrale Journal* 22, 68-78.
- LATOUR B & WOOLGAR S (1986) *Laboratory Life: The Construction of Scientific Knowledge*. 2nd ed., Princeton, NJ.
- LATOUR B (1987) *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Milton Keynes, UK.
- LOTZE R (1922) *Jahreszahlen der Erdgeschichte*. Stuttgart.
- LOTZE F (1968) *Geologie*. Sammlung Göschen Band 13/13a, Berlin.
- LYELL C (1830-33) *Principles of Geology, being an attempt to explain the former changes of the Earth's surface, by reference to causes now in operation*. Vol. 1-3, London [Vol. 3: 1833].
- MATTHEW WD (1914) Time ratios in the evolution of mammalian phyla. A Contribution to the problem of the age of the earth. *Science* 40, 232-235.
- MIALL AD & MIALL CE (2004) Empiricism and model-building in stratigraphy: Around the hermeneutic cycle in the pursuit of stratigraphic correlation. *Stratigraphy* 1, 27-46.
- MACGABHANN BA (2014) There is no such thing as the ‚Eldiacara Biota‘. *Geoscience Frontiers* 5, 53-62.
- MURAWSKI H (1977) *Geologisches Wörterbuch*. Stuttgart.
- SEIBOLD E & BERGER WH (1996) *The Sea Floor. An Introduction to Marine Geology*. 3rd edition, Berlin Heidelberg.
- SEILACHER A (1955) Spuren und Fazies im Unterkambrium. In: SCHINDEWOLF OH & SEILACHER A (Ed.) *Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan)*. Akademie der Wissenschaften und der Literatur zu Mainz, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, *Abhandlungen* 10, 373-399.
- ONCKEN O (1995) Der Aktualismus oder Geologie ohne Netz. [The principle of uniformitarianism of geology without a net]. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 198, 243-274.
- RAT P & TINTANT H (1972) „Interventions“ zu: GUBLER Y (1970) *Stratigraphie et sédimentologie. Introduction et rapport de synthèse*. In: *Colloque sur les méthodes et tendances de la stratigraphie*. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.* 77, 534.
- REY J (1991) *Geologische Altersbestimmung. Biostratigraphie, Lithostratigraphie, absolute Datierung*. Übersetzt und überarbeitet von W. Riegraf und C. Schmitt-Riegraf, Stuttgart.
- RUST J (2011) *Fossilien – Meilensteine der Evolution*. Darmstadt.
- WHEWELL W (1837) *History of inductive sciences. From the earliest to the present times*. Vol. 3, London.